Aus dem Institut für Experimentelle Therapie und
Funktionelle Pathologie
(Direktor: Prof. Dr. Dr. Dr. G. Schützler)
und der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere
(Direktor: Prof. Dr. L. Felix Müller)

ÜBER DIE BEZIEHUNG ZWISCHEN HÄMOGLOBIN, HÄMATOKRIT, ERYTHROCYTENZAHL UND OSMOLARITÄT DES BLUTPLASMAS IN IHRER BEDEUTUNG FÜR DIE BEURTEILUNG VON ANÄMIEN BEIM HUND

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
GISELA FRANKE,
geb. Herzogenrath
Tierärztin aus Berlin

Berlin 1971

Journal-Nr. 761

Aus dem Institut für Experimentelle Therapie und
Funktionelle Pathologie
(Direktor: Prof. Dr. Dr. Dr. G. Schützler)
und der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere
(Direktor: Prof. Dr. L. Felix Müller)

ÜBER DIE BEZIEHUNG ZWISCHEN HÄMOGLOBIN, HÄMATOKRIT, ERYTHROCYTENZAHL UND OSMOLARITÄT DES BLUTPLASMAS IN IHRER BEDEUTUNG FÜR DIE BEURTEILUNG VON ANÄMIEN BEIM HUND

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
GISELA FRANKE,
geb. Herzogenrath
Tierärztin aus Berlin

Berlin 1971

Journal-Nr. 761

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Vorsitzender: Prof. Dr. J. Boch

Referent : Prof. Dr. H. Niepage

Korreferent : Prof. Dr. E. Lettow

Tag der Promotion: 13. 7. 1971

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Inhaltsverzeichnis

		Seite
I.	Einleitung	1
II.	Schrifttum	5
III.	Material und Methoden	8
IV.	Ergebnisse	13
V.	Diskussion	22
VI.	Zusammenfassung	25
VII.	Abbildungen	26
VIII.	Literaturverzeichnis	32

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547205_0101

I. Einleitung

Die Erythrocyten eines Blutes sind nicht alle von gleicher Qualität; große und kleine, rote und blasse, blutfarbstoffreiche und -arme Erythrocyten kommen nebeneinander vor. Das Mengenverhältnis der verschiedenen Erythrocytentypen hängt u. a. vom Alter der Zellen ab und kann - je nach Reaktionslage - wechseln.

Feststellungen über die Qualität der roten Blutkörperchen sind wesentliche Kriterien für die Beurteilung von Anämien. Es ist nützlich, die Zusammensetzung einer Erythrocytenpopulation zu kennen, jedoch ist die dazu erforderliche Untersuchung vieler einzelner roter Blutkörperchen mit erheblichem Aufwand verbunden. Sie wird im Rahmen der üblichen klinischen Untersuchung nur bei der Bestimmung der Reticulocytenzahl und bei der Erstellung einer Price-Jones-Kurve (Häufigkeitsverteilung der Erythrocytendurchmesser) durchgeführt. Im übrigen beschränkt man sich meist auf die Bestimmung von Eigenschaften eines hypothetischen "Durchschnittserythrocyten", indem man die mittlere Größe, die mittlere Farbqualität und den mittleren Hämoglobingehalt eines einzelnen Erythrocyten aus Meßergebnissen am Gesamtblut berechnet.

Im folgenden wird im Anschluß an die angelsächsische Literatur das mittlere Erythrocytenvolumen als MCV (mittleres corpusculäres Volumen) in $/um^3$ angegeben. Die Farbqualität des Durchschnittserythrocyten wird als MCHC (mittlere corpusculäre Hämoglobinconcentration) bezeichnet und in g%, d. h. Gramm Hämoglobin pro 100 ml Erythrocyten gemessen. Der mittlere Hämoglobingehalt des einzelnen Erythrocyten wird in $/u$/ug als MCH (mittlerer corpusculärer Hämoglobingehalt) notiert.

Grundlage für die Berechnung dieser mittleren Erythrocytenqualitäten sind die Bestimmung des Hämoglobinwertes (Hb in g/100 ml Blut), des Hämatokrit (Erythrocytengesamtvolumen, packed cell volume, PCV, in % des Blutvolumens) und der Erythrocytenzahl (R in Millionen pro /ul Blut). Nach WINTROBE (1932) werden zur Berechnung folgende Formeln verwendet:

$$\text{MCV } (/\mu m^3) = \frac{10 \cdot \text{PCV } (\%)}{\text{R } (10^6/\mu l)}$$

$$\text{MCHC } (g\%) = \frac{100 \cdot \text{Hb } (g\%)}{\text{PCV } (\%)}$$

$$\text{MCH } (/\mu/\mu g) = \frac{10 \cdot \text{Hb } (g\%)}{\text{R } (10^6/\mu l)}$$

Eine Einteilung der Anämien, die sich im Prinzip durchgesetzt hat, unterscheidet bezüglich der Erythrocytengröße normocytäre, mikrocytäre und makrocytäre und nach dem Farbstoffgehalt der Erythrocyten normo-, hypo- und hyperchrome Anämien. Aus den Bezeichnungen geht nicht hervor, welche Meßgrößen dieser Einteilung zugrunde gelegt werden sollen. Früher wurde die Erythrocytengröße nach der Ansicht im Blutausstrich beurteilt, d. h. der Erythrocytendurchmesser als Kriterium gewählt. Heute ist es ebenso üblich, den MCV-Wert heranzuziehen. Für die Feststellung des Farbstoffgehaltes der Erythrocyten wurde zuerst der Färbeindex verwendet. Der Färbeindex basiert auf den Normalwerten des Menschen für Hämoglobin (16,0 g% = 100 % Sahli corrigiert) und Erythrocytenzahl (5×10^6 / /ul).

Im Normalfall ergibt sich beim Menschen nach der Formel

$$\frac{\text{Hb (Sahli corrigiert)}}{\text{2x Erythrocytenzahl (in } 10^5)} \quad \text{mit} \quad \frac{100}{2x50} \quad \text{gerade 1 bzw. 100 \%.}$$

Dieser Rechenvorteil kann für Tierblut mit den tierartlich unterschiedlichen Normwerten nicht ausgenutzt werden.

Im Prinzip ähnelt der Formel des Färbeindex die oben erwähnte Formel für den MCH-Wert. Für die Berechnung des MCH-Wertes wird der Hämoglobinwert in g% und die Erythrocytenzahl in 10^6 /ul angegeben. Daraus erhält man die Hämoglobinmenge eines Erythrocyten in billionstel Gramm.

Man muß sich den Unterschied zwischen MCH und MCHC vergegenwärtigen. Während der MCH-Wert die Menge an Hämoglobin im Erythrocyten in absolutem Maß angibt, ist der MCHC-Wert auf das Volumen des Erythrocyten bezogen. Je geringer der Anteil ist, den der Blutfarbstoff am Erythrocytenvolumen ausmacht (niedriger MCHC-Wert), desto blasser wird die Zelle aussehen und umgekehrt. Demgegenüber kann eine kleine Hämoglobinmenge (MCH niedrig) einen sehr kleinen Erythrocyten durchaus farbkräftig machen.

Die Brauchbarkeit der Erythrocytenmerkmale MCH, MCV und MCHC als Kennwerte für eine Erythrocytenpopulation ist nicht zuletzt durch die Genauigkeit bedingt, mit der sie festgestellt werden können. Die ihnen zugrunde liegenden Meßverfahren haben unterschiedlich große methodische Fehler. Recht zuverlässig ist die Hämoglobinbestimmung, wenn, wie jetzt allgemein üblich, eine photometrische Bestimmung über Cyanmethämoglobin erfolgt. Bei der elektronischen Erythrocytenzählung läßt sich eine befriedigende Genauigkeit erreichen; die Kammerzählung ist mit einem größeren Fehler behaftet.

Die Bestimmung des Hämatokrit kann im Makro- (WINTROBE) oder Mikroverfahren (Capillarhämatokrit) erfolgen. Bei ersterem ermöglicht die 10 cm-Skala eine auf 1/2 % genaue Ablesung, die niedrige Tourenzahl (3000 rpm) bedingt jedoch einen relativ großen und mit der Größe des PCV-Wertes variierenden Gehalt an unsichtbarem, sog. "trapped" Plasma innerhalb der Erythrocytensäule, der die Genauigkeit beeinträchtigt. Die hohe Tourenzahl des Capillarhämatokrit (15000 rpm) gestattet es, das restliche trapped plasma zu vernachlässigen; die Ablesung an den 50 - 70 mm langen, mensurlosen Capillaren ist jedoch ungenauer als beim WINTROBE-Hämatokrit.

Genauigkeit und Zuverlässigkeit der mittleren Erythrocytenqualität lassen sich über Mehrfachbestimmungen der zugrunde liegenden Merkmale (Hämoglobinwert, Erythrocytenzahl, Hämatokrit) ermitteln und bei der Beurteilung von Größe, Farbintensität und Hämoglobingehalt der Erythrocyten berücksichtigen.

Im Hinblick auf die Charakterisierung von Anämien geht man davon aus, daß diese Merkmale Eigenschaften ausdrücken, die den Erythrocyten infolge ihrer Entstehungsbedingungen im Knochenmark und ihres Alters eigentümlich sind. Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß die roten Blutkörperchen in manchen Qualitäten auch milieuabhängig sind. Sie gelten als "Osmometer", da sie sich durch wechselnden Wassergehalt auf die Teilchenkonzentration ihrer Umgebung einstellen. Eine Aufnahme von Wasser bedingt nicht nur eine Vergrößerung der Zelle, sondern auch eine Abnahme ihrer Hämoglobinkonzentration und umgekehrt.

Es war die Aufgabe dieser Untersuchung, zu prüfen, ob bzw. in welchem Ausmaß beim Hund ein Einfluß der Osmolarität des Blutplasmas auf das Durchschnittsvolumen der Erythrocyten und damit auf die mittlere Hämoglobinkonzentration nachzuweisen ist.

Ferner waren MCHC- und MCH-Wert in ihrer Brauchbarkeit für die Kennzeichnung von Anämien zu vergleichen.

II. S c h r i f t t u m

Erythrocytenzählung, Hämoglobinbestimmung und Hämatokrit gehören zu den am längsten angewandten Verfahren der Hämatologie. In allen Fällen stammen die theoretischen Grundlagen und erste praktische Versuche von Physiologen, und es dauerte einige Jahrzehnte, bis die Methoden praxisreif waren (DIEPGEN, 1965). VIERORDT bestimmte 1852 als erster die Erythrocytenzahl im Menschenblut; 1878 gab ABBE die Blutkörperchenzählkammer nach Thoma-Zeiß bekannt. 1865 konstruierte HOPPE-SEYLER erstmals ein Hämatinometer zur Bestimmung des Hämoglobingehaltes; Verbreitung fand das Verfahren erst in den Modifikationen von GOWER (1878) und SAHLI (1902). HEDIN beschrieb 1895 das Hämatokritverfahren, das schließlich in der Abwandlung von WINTROBE (1930) als Routinemethode Eingang in die Klinik fand. Inzwischen sind mit den elektronischen Zählgeräten, mit der photometrischen Bestimmung des Hämoglobins als Cyan-Verbindung und mit dem Capillarhämatokrit bei den drei Verfahren technische Verbesserungen eingeführt worden.

In dem lange Zeit führenden Hämatologiebuch von SCHILLING "Das Blutbild und seine klinische Verwertung" (5. Aufl. 1926) ist der Hämatokrit nicht erwähnt, wohl aber der "Hämoglobinindex", der später unter der Bezeichnung "Färbeindex" allgemein zur Kennzeichnung der Farbqualität der Erythrocyten einer Population verwendet wurde.

SCHULTEN (1948) widmet im "Lehrbuch der klinischen Hämatologie" den "Indices" ein eigenes Kapitel. Er führt neben dem "Färbeindex" noch einen "Volumenindex", einen "sphärischen Index" und den "Sättigungsindex" bzw. "Färbindex" auf.

Das entscheidende Merkmal der Indices, auf einen Normwert bezogen zu sein, ist zugleich ihr Nachteil, auf den schon SCHULTEN eindringlich hinweist. Die Festlegung auf die biologische Norm eines Merkmals ist problematisch und allenfalls möglich unter Feststellung bestimmter Bedingungen wie Alter, Geschlecht, Ernährung usw. Besser ist es, anstelle der Indices Rechengrößen, wie z. B. Quotienten zu wählen, die auf absoluten Maßeinheiten beruhen. Statt des Färbeindexes führte BÜRKER (1930) den Hb_E-Wert ein, der ebenfalls durch Division des Hämoglobinwertes durch die Frythrocytenzahl bestimmt wird, aber den Hämoglobingehalt des Erythrocyten nicht in Prozent der Norm, sondern in /u /ug angibt. DRASTICH empfahl schon 1927, die mittlere Hämoglobinkonzentration aus Hämoglobinwert und Hämatokrit zu berechnen. WINTROBE wählte die Kurzbezeichnungen MCH, MCV und MCHC, die oben bereits näher erläutert wurden.

Die Bedeutung der Frythrocytenindices für die Einteilung der Anämien wird in der Literatur unterschiedlich eingeschätzt.

In MÜLLER-SEIFERTs "Taschenbuch der Medizinisch-Klinischen Diagnostik" (68. Aufl., 1962) wird als Hypochromie bezeichnet: "... die durch einen verminderten Hämoglobingehalt bedingte schwächere Anfärbung der Erythrocyten ..." Dementgegen beruht Hyperchromie auf einem gesteigerten Hb-Gehalt und geht mit intensiver Rotfärbung und Dickenzunahme einher. Hier erfolgt eine Einteilung, bei der nicht genau zu erkennen ist, ob der Hb_E-Wert bzw. MCH-Wert als Kriterium gewählt wurde oder der MCHC-Wert.

Im allgemeinen bezeichnet der Ausdruck Hämoglobingehalt in diesem Zusammenhang die Hb-Menge pro Erythrocyt in g^{-12}; die Schilderung der Farbintensität der Erythrocyten sollte dagegen auf die Anwendung des MCHC-Wertes schließen lassen.

In der neuesten Auflage der "Praktischen Hämatologie" von BEGEMANN & HARWERTH (1971) werden hyperchrome und hypochrome Anämien des Menschen nach dem Hb_E-Wert, der identisch ist mit dem MCH-Wert, unterschieden. Zu den hypochromen Anämien zählen vor allem die Eisenmangelanämien, zu den hyperchromen die Perniciosa, bei der sog. Megalocyten, also besonders große Erythrocyten gebildet werden.

Demgegenüber wird in der angelsächsischen Literatur statt des MCH-Wertes auch oder nur der MCHC-Wert als Einteilungsprinzip benutzt. So z. B. in der "Clinical Hematology" von WINTROBE (5. Aufl., 1962) und dem gleichnamigen Buch von EASTHAM (2. Aufl., 1966) und in der "Veterinary Hematology" von SCHALM (2. Aufl., 1967). Das Vorkommen echter hyperchromer Anämien wird in Frage gestellt, weil die Kapazität der Erythrocyten für Hämoglobin mit etwa 35 g/100 ml Erythrocyten optimal und begrenzt sein soll (s. a. HENNING, 1966). Dabei findet sich der Hinweis, daß der MCHC-Wert von Spezies zu Spezies nur wenig variiert, während Zahl und Größe der Erythrocyten tierartlich sehr verschieden sind.

Übernormal erhöhte MCHC-Werte können nach EASTHAM beim Menschen in Fällen von Exsiccose beobachtet werden. BROTRÜCK (1963) fand beim Hund in der Hälfte der Fälle von Urämie MCHC-Werte über 35 g%. Über den Einfluß der Osmolarität auf das Erythrocytenvolumen und den MCHC-Wert beim Hund berichtete SCHULZ (1965). Seine Untersuchungen waren vor allem auf methodische Fragestellungen ausgerichtet. Es gelang SCHULZ, in vitro den MCHC-Wert von Hundeerythrocyten durch Zusatz von Kochsalz im Blut bis auf 40 g% zu erhöhen.

An 52 Klinikpatienten konnte er eine Abhängigkeit zwischen Gefrierpunktserniedrigung des Plasmas und MCHC-Wert nicht nachweisen.
Die eigenen Untersuchungen stellen eine Fortsetzung der von SCHULZ in Angriff genommenen Arbeit dar.

III. Material und Methoden

Die verwendeten Blutproben wurden schon bei der Gewinnung mit einer Spur Heparin-Na in Substanz versetzt, um die Gerinnung zu verhindern.

Die Erythrocytenzählung erfolgte nach Verdünnung des Blutes mit Hayemscher Lösung in der Zählkammer. Die Hämoglobinbestimmung wurde über Cyanmethämoglobin mit dem Eppendorf-Photometer durchgeführt. Der Hämatokrit wurde in Wintrobe-Röhrchen bestimmt (2.700 rpm/30 min.). Die abgelesenen Hämatokritwerte sind vor der Berechnung von MCV und MCHC nach Tabelle 1 korrigiert worden, um den Gehalt der Erythrocytensäule an trapped plasma für die Bestimmung des Erythrocytenvolumens auszuschalten. Zur Bestimmung der Osmolarität des Blutplasmas diente ein Halbmikro-Osmometer der Firma Knauer.
MCV, MCH und MCHC-Werte wurden nach den o. a. Formeln berechnet.

Die direkt bestimmten, d. h. unkorrigierten Merkmalswerte sind in Tabelle 2 zusammengestellt.
Die Tabelle enthält auch Angaben über die Hunde, von denen das untersuchte Blut stammte. Es handelt sich um Patienten und eigene Hunde der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere an der Freien Universität Berlin. Neben Rasse, Alter und Geschlecht ist eine klinische Diagnose nur stichwortartig angegeben.

Tabelle 1

$Ht_{orig.}$	$Ht_{corr.}$	$Ht_{orig.}$	$Ht_{corr.}$
39,0	39,0	55,0	53,6
39,5	39,4	55,5	54,0
		56,0	54,4
40,0	39,9	56,5	54,8
40,5	40,4	57,0	55,3
41,0	40,9	57,5	55,7
41,5	41,4	58,0	56,1
42,0	41,8	58,5	56,5
42,5	42,3	59,0	56,9
43,0	42,8	59,5	57,3
43,5	43,3		
44,0	43,7	60,0	57,8
44,5	44,2	60,5	58,2
45,0	44,6	61,0	58,6
45,5	45,1	61,5	59,0
46,0	45,6	62,0	59,4
46,5	46,0	62,5	59,8
47,0	46,5	63,0	60,2
47,5	46,9	63,5	60,6
48,0	47,4	64,0	61,1
48,5	47,8	64,5	61,4
49,0	48,3	65,0	61,9
49,5	48,7	65,5	62,2
		66,0	62,7
50,0	49,2	66,5	63,0
50,5	49,6	67,0	63,5
51,0	50,1	67,5	63,8
51,5	50,5	68,0	64,3
52,0	51,0	68,5	64,6
52,5	51,4	69,0	65,0
53,0	51,8	69,5	65,4
53,5	52,3	70,0	65,8
54,0	52,7		
54,5	53,1		

Korrekturtabelle für WINTROBE-Hämatokrit, NIEPAGE 1965

$Ht_{original}$ - trapped plasma = $Ht_{corrigiert}$

(Abstand vom Rotationsmittelpunkt bis zum Röhrchenboden 14 cm. 2700 rpm/30 min. Blut vom Hund)

Tabelle 2

Rasse	Geschl.	Alt.	Diagnose	$\bar{x}$Hb	$\bar{x}$Ht	R	$\bar{x}\Delta$
Pudel	H.	14 J.	Mammakarzinom	5,5	16,0	2,39	332
D.D.	R.	1 J.	Anämie (Splenekt.)	6,7	26,1	1,91	306
D.D.	R.	1 J.	Anämie	7,0	24,0	3,10	321
Pudel	H.	11 J.	Leukämie	7,0	20,8	4,86	360
Spitz	H.	7 J.	Milztumor	7,4	23,3	3,11	305
Teckel	R.	7 J.	Tumor d. Thyreoidea	7,6	22,9	3,27	312
Scotch	R.	11 J.	Milztumor	8,4	26,5	2,95	323
Teckel	H.	6 J.	Anämie nach Depot-Stilben	9,8	30,2	2,89	304
Cocker	H.	11 J.	Vaginaltumor Cystitis	10,3	30,3	3,39	317
Boxer	H.	12 J.	Splenektomie	10,4	32,0	3,49	332
Scotch	R.	9 J.	Milztumor	11,0	32,1	3,78	323
Pekinese	R.	4 J.	Harnblasenruptur	11,5	32,9	---	371
Cocker	H.	9 J.	Nephritis	11,6	52,1	4,97	486
D. K.	R.	10 J.	Ascites	11,7	37,6	4,10	313
SH	H.	11 J.	Milztumor	11,8	42,4	---	320
Bastard	R.	5 J.	Leukose	11,9	36,1	4,07	313
Boxer	R.	2 J.	Urämie	12,2	35,1	3,76	450
D. K.	R.	9 Mon.	Toxoplasmose	12,2	35,2	4,55	309
Collie	R.	6 J.	---	12,2	35,9	4,97	315
SH	H.	9 J.	Pyometra	12,3	36,3	---	336
Schnauzer	R.	5 J.	Ascites	12,3	31,0	4,40	321
Pudel	H.	2 J.	Fieberh. Erkr.	12,3	36,8	4,07	304
Boxer	H.	10 J.	Pyometra	12,6	47,2	---	379
Bernh.	R.	5 J.	Ekzem	12,6	36,1	6,65	316
Scotch	H.	4 J.	Corneatumor	12,7	39,0	---	317
Boxer	H.	3 J.	Urämie	13,0	39,0	4,17	---
SH	R.	11 J.	Blasensteine	13,8	53,3	6,88	321
Bernh.	R.	5 J.	Ekzem	14,1	42,0	---	310

Rasse	Geschl.	Alt.	Diagnose	$\bar{x}$Hb	$\bar{x}$Ht	R	$\bar{x}\Delta$
Chow	R.	13 J.	Diarrhoe	14,2	47,7	6,79	340
Pudel	R.	4 J.	Zahnextrakt.	14,9	44,3	5,73	320
Boxer	R.	6 J.	Lymphadenose	15,0	42,3	5,68	311
Fox Terr.	R.	7 J.	Blasensteine	15,1	44,1	7,15	328
Bastard	R.	7 Mon.	---	15,5	47,0	6,55	318
Cocker	H.	5 J.	Zahnstein	16,0	46,1	6,80	314
Spitz	H.	6 J.	Adipositas	16,1	44,8	---	313
SH	H.	11 J.	Mammatumoren	16,1	45,9	8,53	322
Bastard	H.	9 J.	Diabetes mellitus	16,4	45,6	---	---
Bastard	R.	7 Mon.	---	16,5	50,8	630	321
Pudel	H.	11 J.	Analbeutelentz.	16,5	48,5	5,60	334
Bastard	R.	7 Mon.	---	16,9	50,0	7,61	320
Boxer	R.	11 J.	Polydipsie	17,0	49,5	---	322
Bastard	H.	---	---	17,0	50,8	6,06	311
Neufundl.	H.	7 J.	Pyometra	17,1	48,1	---	326
Bastard	R.	7 Mon.	---	17,1	51,6	7,63	317
Bastard	R.	7 Mon.	---	17,3	52,1	6,80	317
Bastard	H.	---	---	17,3	48,1	6,82	311
Beagle	R.	---	---	17,4	49,1	5,76	319
Beagle	H.	---	---	17,7	51,5	7,50	315
Beagle	H.	---	---	17,9	50,1	---	314
Dalmatin.	R.	7 J.	Harnröhrensteine	17,9	50,8	7,32	332
Beagle	H.	---	---	18,0	52,1	8,18	313
Bastard	R.	7 Mon.	---	18,0	49,2	6,87	327
SH	H.	9 J.	Parese	18,1	43,6	---	---
Bastard	H.	---	---	18,1	51,8	7,66	318
Fox-Terr.	H.	7 J.	Diabetes mellitus	18,1	48,1	4,98	326
Bastard	R.	7 Mon.	---	18,2	53,8	7,43	327
Fox Terr.	H.	3 J.	Adipositas	18,3	31,7	5,65	319
Beagle	R.	---	---	18,9	53,3	---	317
SH	H.	10 J.	Pyometra	19,0	56,7	6,40	313
Pudel	R.	10 J.	Tumor am Unterkiefer	19,0	56,5	5,51	---
Beagle	H.	---	---	19,2	54,6	7,76	320

Rasse	Geschl.	Alt.	Diagnose	$\bar{x}$Hb	$\bar{x}$Ht	R	$\bar{x}\,\Delta$
Schnauzer	H.	7 J.	Leukose	20,2	60,0	7,60	314
SH	R.	6 J.	Ascites	20,3	54,5	5,86	313
Bastard	R.	---	---	21,0	58,6	---	315
SH	H.	12 J.	Pyometra	21,9	57,5	---	319
Bastard	R.	---	---	22,3	47,7	6,20	317
Pudel	R.	2 J.	epileptiforme Anfälle	23,7	65,5	7,18	321
SH	H.	12 J.	Pyometra	25,9	40,1	---	324

Abkürzungen:

D. D. = Deutsch Drahthaar
D. K. = Deutsch Kurzhaar
SH = Schäferhund
R. = Rüde
H. = Hündin

Δ : Gefrierpunktserniedrigung, gemessen in Milliosmol

$\bar{x}$: Mittelwerte aus Doppelbestimmungen

Keine Diagnose: klinisch unauffällig

Tabelle 2: Hämatologische Merkmalswerte und sonstige Angaben, Gesamtmaterial

Wesentlich für die vorliegende Untersuchung war es, möglichst Fälle mit unterschiedlichem Hämoglobingehalt zusammenzutragen, um Beziehungen zwischen den untersuchten Merkmalswerten aufstellen zu können. Die Ursache für die Höhe des Hämoglobinwertes ging in die Bearbeitung des Materials nicht ein.

IV. Ergebnisse

1. Einige Voruntersuchungen waren notwendig, um die Zuverlässigkeit der Ergebnisse bei Anwendung der genannten Methoden zu prüfen. Da sämtliche Blutuntersuchungen an Blutproben durchgeführt wurden, die durch Zusatz einer geringen Menge von Heparin-Na in Substanz an der Gerinnung gehindert wurden, war festzustellen, ob bei der angewandten Dosierung ein merklicher Einfluß auf die Osmolarität einer Lösung zu beobachten ist. Dazu wurde die Osmolarität von 5 ml Kochsalzlösung ohne Heparinzusatz sowie mit Zusatz von 0,2 bzw. 0,4 mg Heparin-Na verglichen.

Heparin-Na Zusatz (mg)	0	0,2	0,4
mosmol	286	290	281
	289	286	289
	286	287	286
	290	287	287
	287	286	289
	287	284	287
$\bar{x}$ =	287,6	286,7	286,6

$\bar{x}_{ges.} = 287,0$; $s_{x_i} = 2,16$; $s_{\bar{x}} = 0,51$; $t_{\bar{x}_o/\bar{x}_{o,4}} = 0,681$

s_{x_i} = Standardabweichung der Einzelwerte

$s_{\bar{x}}$ = Standardabweichung der Mittelwerte

$t_{\bar{x}_o/\bar{x}_{o,4}}$ = t-Test betr. die Mittelwerte ohne Zusatz von Heparin-Na und mit Zusatz von 0,4 mg

Tabelle 3

Ein Einfluß des Zusatzes von Heparin-Na auf die Osmolarität ist aus dem vorstehenden Versuch nicht erkennbar.

Durch Doppelbestimmungen wurde der Meßfehler der vier angewandten Methoden bestimmt und zwar nach der Formel:

$$s^2 = \frac{\sum w_i^2}{2n}$$

(s = Standardabweichung; w_i = Variationsbreite der einzelnen Doppelbestimmung; n = Zahl der Werte.)

Es ergab sich:

Erythrocytenzählung	(n=26):	s= 0,27x10^6 /ul
Hämoglobinbestimmung	(n=66):	s= 0,27 g%
Hämatokrit	(n=67):	s= 0,80 %
Osmolarität	(n=63):	s= 1,92 mosmol

2. In den folgenden Abbildungen ist das Material an Merkmalswerten, das auf Tabelle 2 zurückgeht, in verschiedener Weise dargestellt. Abbildung 1, 2 und 3 zeigen die MCV- bzw. MCH- und MCHC-Werte in Beziehung zu den vom jeweils gleichen Status stammenden Hämoglobinwerten als Punkteschwarm. Das Kreuz bezeichnet die Mittelwerte der über der Abszisse und der Ordinate dargestellten Merkmalswerte. Aufgrund der Häufigkeit der Punkte in den einzelnen Quadraten wurde mittels des Vierfeldertestes über χ^2 geprüft, ob eine Abhängigkeit zwischen den Werten besteht. Sie ist zwischen den Hämoglobinwerten und dem mittleren Erythrocytenvolumen signifikant ($p < 0,05$; Abb.1), nicht aber zwischen den MCH- und den Hämoglobinwerten (Abb. 2). Der Punkteschwarm in Abbildung 3 (Hb/MCHC) zeigt sich deutlich gerichtet; dem entspricht der hohe Grad von Signifikanz der Abhängigkeit von Hämoglobin- und MCHC-Werten ($p < 0,001$). Man erkennt zugleich, daß die Punkte im Bereich der höheren Hämoglobinwerte enger zusammenliegen als im Bereich der niedrigen.
Aus Abbildung 1 und 3 geht hervor, daß mit der Abnahme des Hämoglobinwertes häufig eine Zunahme des mittleren Erythrocytenvolumens (MCV) und eine Abnahme der Hämoglobinkonzentration des Durchschnittserythrocyten (MCHC) einhergeht. Zu prüfen war die Frage, ob der MCHC-Wert in erster Linie als genuine Erythrocyteneigenschaft zu werten oder zu erheblichem Anteil eine Funktion der Osmolarität des Blutplasmas ist.

Von den vier Blutproben hatte jede ihren besonderen Ausgangs-MCHC-Wert. Dementsprechend beginnen die Konzentrationsreihen auf unterschiedlichem Niveau. Man erkennt jedoch, daß die Steigung der vier Kurven annähernd gleich ist (Abb. 5). Aus der Formel der aus allen Punkten berechneten Regressionsgeraden ($Y = 0{,}0386x + 22{,}19$) ergibt sich die optimal angepaßte Steigung zu 0,0386; d. h. pro 1 mosmol steigt der MCHC-Wert um 0,0386 g%. Wegen der Linearität der Beziehung zwischen der Plasma-Osmolarität und dem MCHC-Wert und der Kenntnis des Steigungsfaktors ist es möglich, festgestellte MCHC-Werte auf einen gemeinsamen Osmolaritätswert zu beziehen. Die derart umgerechneten MCHC-Werte haben ihre Abhängigkeit von der Osmolarität des Plasmas verloren. Da im vorliegenden Material nur Δ -Werte über 300 mosmol vorkommen, wurden alle MCHC-Werte auf 300 mosmol umgerechnet.

In Abbildung 6 ist die Beziehung Hämoglobin/MCHC mit den so gewonnenen MCHC-Werten als Punkteschwarm wiedergegeben, um einen Vergleich mit Abbildung 3 zu ermöglichen. Trotz der für jeden einzelnen MCHC-Wert individuellen Korrektur nach der Differenz zwischen dem ihm zugehörigen Δ -Wert und 300 mosmol ergibt sich ein Bild, das der Abbildung 3 sehr ähnlich ist. Das besagt: Die Abhängigkeit des MCHC-Wertes von der Osmolarität beeinträchtigt die Korrelation zwischen Hämoglobinwerten und MCHC-Werten nicht wesentlich, lediglich der MCHC-Mittelwert ist nach der Korrektur auf $\Delta = 300$ mosmol um 1 g% gesunken. Nach diesem Befund ist eine Korrelation zwischen Hämoglobin und Osmolarität des Plasmas nicht zu erwarten. Sie wird auch nicht gefunden, wie Abbildung 7 zeigt. Man erkennt jedoch, daß auch hier im anämischen Bereich die Streuung wesentlich größer ist als bei den höheren Hämoglobinwerten, d. h. in Fällen von Anämie sind Abweichungen der Osmolarität nach beiden Seiten nicht selten. Dabei kommen Erythrocyten mit niedriger Hb-Konzentration und hohe Werte der Osmolarität nicht selten

Eine Beeinflussung des MCHC-Wertes durch die Osmolarität des Blutplasmas könnte im vorliegenden Material in einer Korrelation beider Werte zum Ausdruck kommen. In Abbildung 4 sind Osmolarität und MCHC gegeneinander aufgetragen. Eine Abhängigkeit der Werte ist nicht erkennbar.

In einem Versuch wurde geprüft, ob die zu erwartende Beziehung zwischen MCHC und Osmolarität darstellbar ist. Proben des gleichen Blutes wurde Kochsalz in steigender Konzentration zugefügt und der MCHC-Wert bestimmt. Vor der Beschickung des Proberöhrchens mit Blut war das Salz durch Verdampfung einer entsprechenden Salzlösung an der Wand des Röhrchens verteilt worden. Zu je 3 ml Blut wurden 0 bzw. 2, 4 und 6 mg NaCl gegeben. Dadurch erhöhte sich die Salzkonzentration des Blutes um 0,07 bzw. 0,13 und 0,2 g%. Von jeder Blutprobe wurden der Hämatokritwert, der Hämoglobinwert und die Plasmaosmolarität festgestellt (Tabelle 4).

mg NaCl-Zusatz	mosmol	$Ht_{corr.}$	MCHC
0	314,5	51,0	34,1
2	340,0	48,5	35,9
4	374,0	47,5	36,6
6	390,0	46,5	37,4
0	318,0	54,8	35,4
2	346,0	52,7	37,2
4	367,0	51,8	37,5
6	400,0	49,2	39,5
0	318,5	49,7	33,9
2	352,0	49,2	34,3
4	370,0	48,5	34,8
6	392,0	46,4	36,3
0	313,0	53,1	34,6
2	347,0	52,7	34,9
4	369,0	51,0	36,1
6	390,0	50,2	36,6

Tabelle 4

gemeinsam vor, wie aus der Korrelation zwischen den auf 300 mosmol korrigierten MCHC-Werten und den Werten für die Plasmaosmolarität in Abbildung 8 hervorgeht, eine Korrelation, die an den unkorrigierten MCHC-Werten (Abb. 4) nicht nachweisbar war.
Die zwischen MCV-Werten und MCH-Werten bestehende enge Korrelation läßt sich auch am vorliegenden Material nachweisen (Abb. 9). In einem Blut mit vorwiegend großen Erythrocyten pflegen danach die Blutkörperchen durchschnittlich einen hohen Hämoglobingehalt zu haben und umgekehrt.

3. Im folgenden wird anhand des vorliegenden Materials geprüft, ob neben dem MCV-Wert der MCH-Wert oder der MCHC-Wert besser geeignet ist, eine Anämie zu kennzeichnen. Dabei muß zuerst entschieden werden, was als Anämie angesehen werden soll.
Abbildung 10 zeigt die Häufigkeitsverteilung der festgestellten Hämoglobinwerte. Die Kurve hat über 12 g% und über 18 g% einen ausgeprägten Gipfel; der Häufigkeitsabfall verläuft auf der rechten Seite ausgeglichener als bei den niedrigen Hämoglobinwerten. Vergleicht man diese Kurve mit der Häufigkeitsverteilung, die VON SCHAEWEN (1969) für den Hämoglobinwert des normalen Hundes ermittelte, so fällt die Übereinstimmung in dem Gipfel über 18 g% auf. Der mittlere Normbereich erstreckt sich nach VON SCHAEWEN von 16,5 - 19,5 g%. Im folgenden werden die Blutstaten mit 16 g% und weniger Hämoglobin als anämisch bezeichnet, wobei alle Grade, von der anämischen Tendenz bis zur schweren Anämie, eingeschlossen sind.

Der Einteilungsmaßstab für die Erythrocytenqualitäten wurde ebenfalls von den Häufigkeitsverteilungen der Merkmale abgeleitet (Abb. 11). Ausgehend von dem Abszissenwert in der Mitte des Bereiches mit den größten Häufigkeiten wurden aus der nach der Größe angeordneten Reihe sämtlicher festgestellten Werte eines Merkmals nach beiden Seiten hin gleichmäßig so viel Werte zusammengefaßt, daß sie insgesamt 68 % der Werte ausmachten. Die dabei erreichten Grenzwerte schließen den "mittleren Bereich" nach oben und unten ab. Es ergab sich im einzelnen:

MCV (korrigiert für trapped plasma)	62 - 90 $/u^3$
MCV (korrigiert für trapped plasma und für 300 mosmol)	63 - 91 $/u^3$
MCHC (korrigiert für trapped plasma)	32,5 - 36,4 g%
MCHC (korrigiert für trapped plasma und für 300 mosmol)	32,5 - 35,7 g%
MCH	22,0 - 30,2 $/u/ug$

Die mittleren Normwerte, die beim Hund durch VON SCHAEWEN festgestellt wurden, fallen in diese Bereiche (MCV 71,0; MCHC 33,5; MCH 23,4). Werte, die außerhalb der oben angeführten Bereiche liegen, werden im folgenden als makro- bzw. mikrocytär oder hyper- bzw. hypochrom bezeichnet. In den Tabellen wird für den mittleren Bereich das Zeichen 0 verwendet; höhere Werte werden mit +, niedrigere mit - symbolisiert. Das Zeichen ⊖ besagt, daß in diesem Feld keine Werte vorhanden waren.

In der folgenden Übersicht (Tabelle 5) sind die Anzahl (n) und die Häufigkeit (p) der untersuchten Fälle, soweit sämtliche dazu erforderlichen Daten vorlagen, aufgeteilt nach der Bewertung der durchschnittlichen Erythrocyteneigenschaften. In Klammern ist die Anzahl bzw. die Häufigkeit der Bewertungen unter Verwendung der auf 300 mosmol korrigierten MCV- bzw. MCHC-Werte angegeben.

Hb 16,0 g%>

		n	p
MCV	+	6 (8)	0,22 (0,30)
	0	18 (17)	0,67 (0,63)
	-	3 (2)	0,11 (0,07)
MCHC	+	⊖ (⊖)	⊖ (⊖)
	0	18 (15)	0,67 (0,56)
	-	9 (12)	0,33 (0,44)
MCH	+	5	0,19
	0	18	0,67
	-	4	0,15

Hb 16,1 g%<

	n	p
+	2 (2)	0,09 (0,09)
0	19 (18)	0,86 (0,82)
-	1 (2)	0,05 (0,09)
+	6 (7)	0,27 (0,32)
0	16 (14)	0,73 (0,64)
-	⊖ (1)	⊖ (0,05)
+	5	0,23
0	17	0,77
-	⊖	⊖

Tabelle 5

Für beide Hb-Gruppen gilt, daß bei allen drei Merkmalen der mittlere Bereich (0 = normocytär bzw.normochrom) am häufigsten vertreten ist. Die Häufigkeit der Abweichungen vom mittleren Bereich ist in der Anämiengruppe größer als in der Gruppe mit Hb-Werten über 16 g%. Die Beurteilung der MCV-Werte verschiebt sich nur geringfügig, wenn die auf 300 mosmol umgerechneten MCV-Werte in Betracht kommen. Bei den MCHC-Werten ist die Verschiebung etwas größer. Während bei Verwendung des MCHC-Wertes hyperchrome Anämien nicht registriert werden, liefert der MCH-Wert 5 solche Fälle unter 27, und ebenfalls 5 Fälle von Hyperchromie werden in der Gruppe mit mehr als 16 g% Hb gefunden. Vier dieser Fälle und zwei weitere erfaßt auch der einfach korrigierte MCHC-Wert.
Werden die bezüglich auf trapped plasma, jedoch nicht auf 300 mosmol umgerechneten MCV- und MCHC-Werte zugrunde gelegt, so ergeben sich folgende Konstellationen in der angegebenen Häufigkeit (Tabelle 6).

Hb 16 g% >

MCV / MCH	+	0	-	Σ
+	3	2	Θ	5
0	3	15	Θ	18
-	Θ	1	3	4
	6	18	3	27

MCV / MCHC	+	0	-	Σ
+	Θ	Θ	Θ	9
0	2	13	3	18
-	4	5	Θ	9
	6	18	3	27

Hb 16,1 g% <

MCV / MCH	+	0	-	Σ
+	2	3	Θ	5
0	Θ	16	1	17
-	Θ	Θ	Θ	Θ
	2	19	1	22

MCV / MCHC	+	0	-	Σ
+	2	4	Θ	6
0	Θ	15	1	16
-	Θ	Θ	Θ	Θ
	2	19	1	22

Tabelle 6

Vergleicht man zunächst die anämischen Fälle (obere Darstellungen), so ist zu bemerken, daß die Verteilung nach dem MCH-Wert (5-18-4) fast identisch ist mit der Verteilung nach dem MCV-Wert (6-18-3). Die Häufigkeitszahlen 3-15-3 (diagonal) spiegeln die enge Korrelation zwischen MCV- und MCH-Werten wider. Demgegenüber differiert die Verteilung nach dem MCHC-Wert (9-18-9) deutlich von der MCV-Verteilung, bringt also zusätzliche Information. Man sieht, daß nach dieser Darstellung makrocytäre Anämien hypochrom (4) und normochrom (2) vorkamen, mikrocytäre nur normochrom (3). Hyperchrome Fälle wurden gar nicht festgestellt, hypochrome wurden makrocytär und normocytär (5) gefunden, nicht aber mikrocytär.

Im Bereich über 16 g% Hb gleichen sich die Darstellungen weitgehend. Hypochrome Blutbilder kamen nicht vor, hyperchrome waren nicht selten; über 2/3 der Fälle waren normocytär und normochrom.

V. Diskussion

Der Versuch, bei dem durch Zusatz von Kochsalz zum Blut ein hypertonisches Milieu für die Erythrocyten geschaffen wurde, zeigt, daß sich in bestimmtem Umfang ein osmotisch bedingter Einfluß auf die Hämoglobinkonzentration der Erythrocyten ausüben läßt. SCHULZ (1965) erzeugte auf diese Weise beim Hund einen MCHC-Wert von 40 g%, ehe Hämolyse den Versuch beendete. Im eigenen Versuch wurde der MCHC-Wert um 2,0 - 4,1 g% angehoben bis auf 39,5 g%. Diese in vitro Untersuchungen legen die Vermutung nahe, daß auch im lebenden Tier ähnliche Bedingungen zu ähnlichen Resultaten führen. Hohe MCHC-Werte werden nicht so selten gefunden wie nach der im Schrifttum verbreiteten Ansicht, daß mit 35 g% die Hb-Kapazität des Erythrocyten erschöpft sei, zu erwarten ist. Dabei ist zu berücksichtigen, daß der MCHC-Wert als Quotient durch den Wert des Hämatokrit, der als Nenner fungiert, wesentlich beeinflußt wird. Der MCHC-Wert nimmt zu, wenn der Anteil des trapped plasma am Hämatokrit durch Berechnung oder entsprechend hohe Tourenzahl beim Zentrifugieren reduziert wird. Bei Ansatz des bezüglich trapped plasma nicht korrigierten Wintrobe-Hämatokrit fand BROTRÜCK (1963) bei urämischen Hunden MCHC-Werte bis zu 37,7 g%. Im eigenen Material kamen bei Zurückrechnung des trapped plasma nach einer Korrekturtabelle MCHC-Werte bis zu 39 g% vor, wie sie auch im Konzentrationsversuch durch Zusatz von Kochsalz bei einer Osmolarität von 400 mosmol erzeugt werden konnten. Dem Konzentrationsversuch entsprechende und noch höhere Werte für die Osmolarität sind in dem hier bearbeiteten Krankengut keine Seltenheit (s. Tab. 2).

Eine positive Korrelation zwischen MCHC-Werten und Osmolarität, die man daraufhin vielleicht erwarten könnte, ließ sich jedoch im vorliegenden Material ebensowenig nachweisen wie bei den von SCHULZ untersuchten 52 Fällen.

Aus diesem Befund darf nicht geschlossen werden, daß eine solche Beziehung in vivo nicht besteht, denn es kann sein, daß sie durch andere, quantitativ mehr ins Gewicht fallende Einflüsse überdeckt ist. Ein Hinweis dafür ergibt sich aus der Korrelation, die zwischen der Osmolarität und den auf 300 mosmol korrigierten MCHC-Werten besteht (Abb. 8). Sie ist negativ und besagt, daß die vom aktuellen Osmolaritätseinfluß befreiten MCHC-Werte - häufiger als zufällig - niedrig sind, wenn der osmotische Wert des Plasmas hoch ist. Mit anderen Worten: Es gibt bei Krankheitszuständen, die zu hohen Osmolaritätswerten im Blut führen, Fälle von hypochromer Anämie (vgl. Abb. 7). Sie muß nicht in jedem Fall am MCHC-Wert deutlich werden, da es dabei, sekundär, zur osmotischen Schrumpfung der Erythrocyten und somit zur erhöhten Hämoglobinkonzentration in der Zelle kommen kann.

Die Abhängigkeit von der Osmolarität beeinträchtigt den MCHC-Wert etwas im Hinblick auf seine Aussagekraft als eigentliches Erythrocytenmerkmal. Die klinisch anzutreffende Variationsbreite des MCHC-Wertes ist jedoch weitaus größer als der Effekt, den klinisch vorkommende Schwankungen in der Osmolarität des Blutes auf den MCHC-Wert der Erythrocyten ausüben können, wie ein Vergleich der Abbildungen 3 und 6 zeigt.
Zur Einteilung der Anämien bleibt der MCHC-Wert demnach geeignet. Um so mehr, als im Gegensatz zu den Fällen mit höheren Hämoglobinwerten im Hämoglobinbereich unter 16 g% eine weite Streuung der MCHC-Werte vorliegt (Abb. 3). Demgegenüber schwankt der MCH-Wert oberhalb und unterhalb von 16 g% Hämoglobin so erheblich, daß eine Korrelation zwischen Hb-Werten und MCH nicht nachweisbar war (Abb. 2). Da überdies der MCH-Wert sehr eng an das mittlere Erythrocytenvolumen gebunden ist (Abb. 9), bringt er über die Qualifikation der Anämien als makro- oder mikrocytär hinaus keine wesentlich neue Information.

Neben der Einteilung der Anämien nach der Erythrocytengröße verdient demnach die mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrocyten als weiteres Einteilungskriterium den Vorzug vor dem MCH -Wert.
Die hier aus der vorliegenden Sammlung von Fällen abgeleiteten Grenzen für die Unterscheidung der Anämien nach Größe und Farbqualität der Erythrocyten sollen lediglich als Orientierungshilfen innerhalb dieser Untersuchung dienen. Für die Ableitung allgemeingültiger Abgrenzungen bedarf es der Untersuchung eines größeren Materials. In Übereinstimmung mit der Erfahrung anderer Autoren wurden bei der vorgenommenen Einteilung hyperchrome Anämien, gemessen am MCHC-Wert, nicht festgestellt. Ebensowenig kamen hypochrome Zustände bei guter Hämoglobinversorgung zur Beobachtung. Auch das Überwiegen normochromer Anämien steht mit den Erfahrungen der Praxis in Einklang.

Es war nicht Aufgabe dieser Untersuchung, die einzelnen klinischen Fälle daraufhin zu prüfen, ob bei Vorliegen einer Anämie deren Charakterisierung durch die mittlere Erythrocytengröße und -farbqualität zu einem besseren Verständnis des Krankheitszusammenhanges beitragen kann. Dazu sind vor allem fortlaufende Untersuchungen am gleichen Patienten erforderlich. Der Zweck dieser Arbeit war es, einen Weg, der bei der Analyse von Anämien des Hundes eingeschlagen werden kann, zu erproben.

VI. Zusammenfassung

Die Osmolarität des Blutplasmas, der Hämoglobingehalt des Blutes und die Erythrocytenzahl von Hunden, die in der Mehrzahl wegen verschiedener Krankheiten Klinikpatienten waren, wurden zueinander in Beziehung gesetzt. Dabei sollte geprüft werden, ob die mittlere Hämoglobinkonzentration der roten Blutkörperchen (MCHC), trotz des osmotischen Einflusses der Blutflüssigkeit auf die Erythrocytengröße als Einteilungsprinzip für Anämien des Hundes besser geeignet ist als die bisher oft benutzte mittlere Hämoglobinmenge der Erythrocyten (MCH).
Es ergab sich, daß die Osmolarität des Blutplasmas den MCHC-Wert nach einer linearen Funktion verändert; der Einfluß jedoch gering ist im Vergleich zur Variationsbreite klinisch vorkommender MCHC-Werte. Demnach stellt der MCHC-Wert ein geeignetes Kriterium für die Einteilung von Anämien dar. Bei einer vorläufigen Abgrenzung des normochromen Bereiches (MCHC 32,5 - 36,4) wurden zwar Fälle mit hyperchromen Erythrocyten gefunden, aber keine hyperchromen Anämien.
Die Hämoglobinmenge pro Erythrocyt ist kein Maßstab für dessen Farbintensität. Sie ist eng korreliert mit der Größe der Erythrocyten und neben dieser daher für die Kennzeichnung einer Anämie von geringem Informationswert.

VII. A b b i l d u n g e n

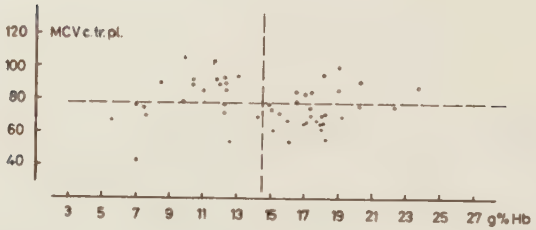

Abb. 1 Beziehung zwischen Hämoglobinwert (Hb) und MCV-Wert ($p < 0,05$). Jeder Punkt kennzeichnet das Hb/MCV-Wertepaar vom jeweils gleichen Status. Gestrichelte Linien: Mittelwerte der über der Abszisse bzw. Ordinate eingetragenen Merkmalswerte.
c. tr. pl.: korrigiert für "trapped plasma"

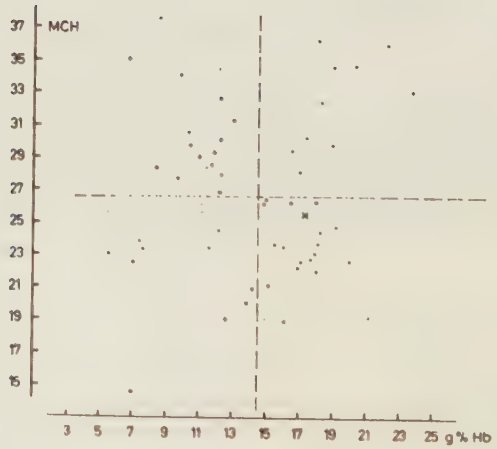

Abb. 2 Hämoglobinwert (Hb) und MCH-Wert; keine Beziehung nachweisbar.
x: doppelt vorkommender Wert. Weiteres siehe Legende zu Abb. 1

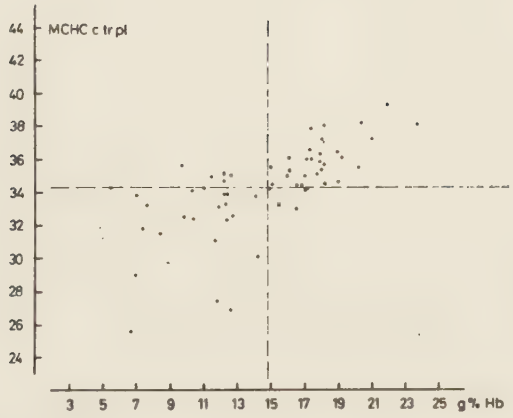

Abb. 3 Beziehung zwischen Hämoglobinwert (Hb) und MCHC-Wert ($p < 0{,}001$). Weiteres siehe Legende zu Abb. 1

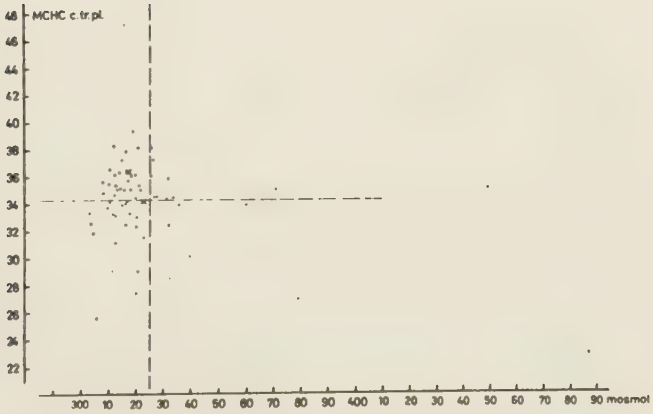

Abb. 4 Osmolarität des Plasmas (mosmol) und MCHC-Wert; keine Beziehung nachweisbar.
x: doppelt vorkommender Wert. Weiteres siehe Legende zu Abb. 1

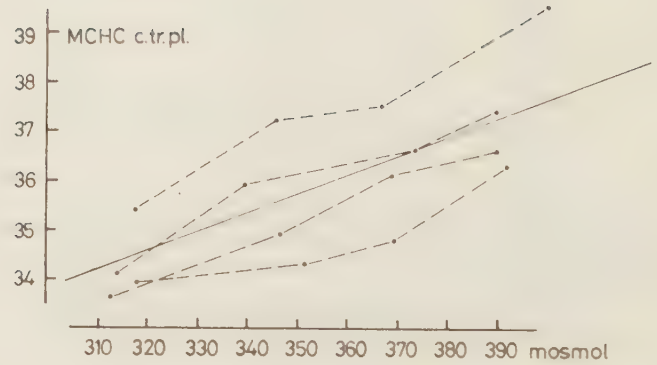

Abb. 5 Beziehung zwischen Osmolarität des Plasmas (mosmol) und MCHC-Wert bei vier Blutproben mit steigender NaCl-Konzentration. Durchgezogene Linie: die aus allen Punkten berechnete Regressionsgerade
c. tr. pl.: korrigiert für "trapped plasma"

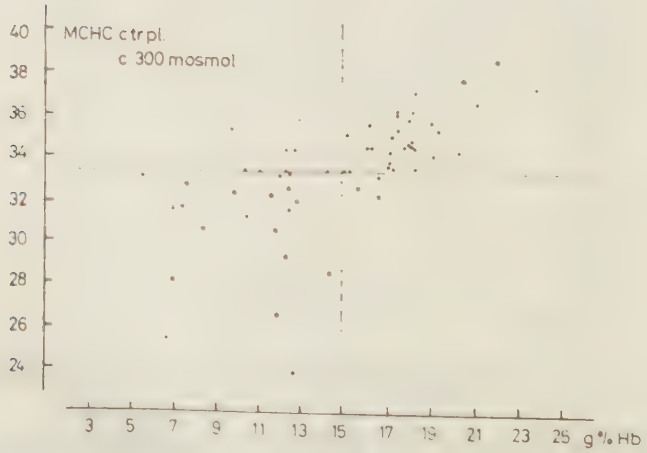

Abb. 6 Beziehung zwischen Hämoglobinwert (Hb) und MCHC-Wert ($p < 0{,}001$). c. 300 mosmol: korrigiert für 300 mosmol. Weiteres siehe Legende zu Abb. 1

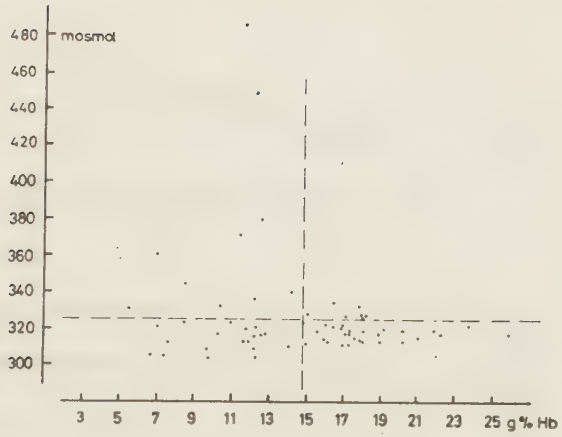

Abb. 7 Hämoglobinwert (Hb) und Osmolarität (mosmol) des Plasmas; keine Beziehung nachweisbar. Weiteres siehe Legende zu Abb. 1

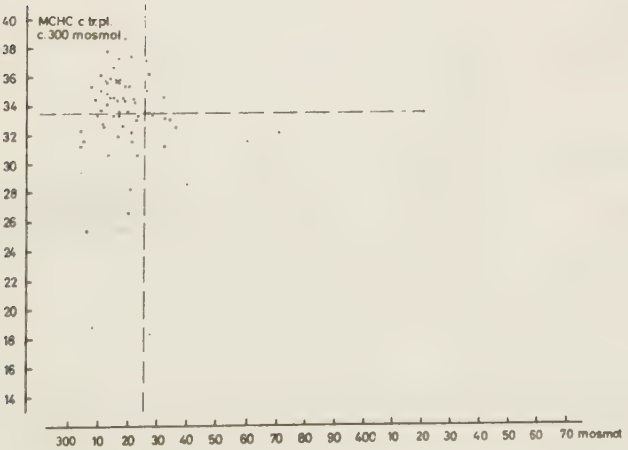

Abb. 8 Beziehung zwischen Osmolarität (mosmol) des Plasmas und MCHC-Wert.($p < 0,05$). Weiteres siehe Legenden zu Abb. 1 und Abb. 6

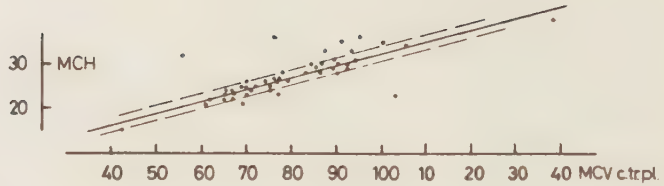

Abb. 9 Beziehung zwischen MCV- und MCH-Wert. Durchgezogene Linie: Regressionsgerade (Y = 0,264x+6,0). Gestrichelte Linie: Standardabweichung um die Regressionsgerade (S = 1,59). Korrelations-Koeffizient r = + 0,86.
c. tr. pl.: korrigiert für "trapped plasma"

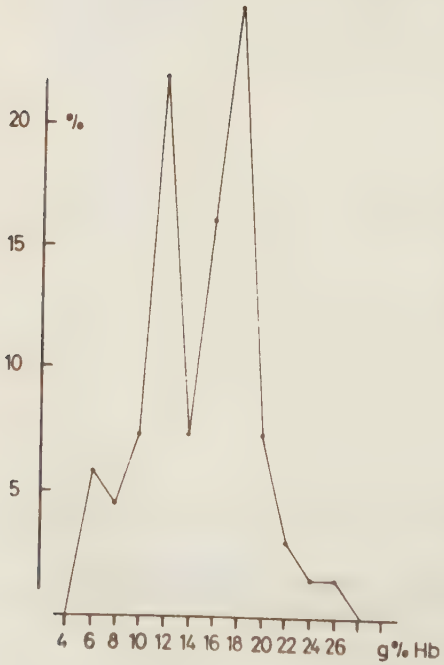

Abb. 10

Prozentuale Häufigkeitsverteilung aller Hämoglobinwerte (Hb)

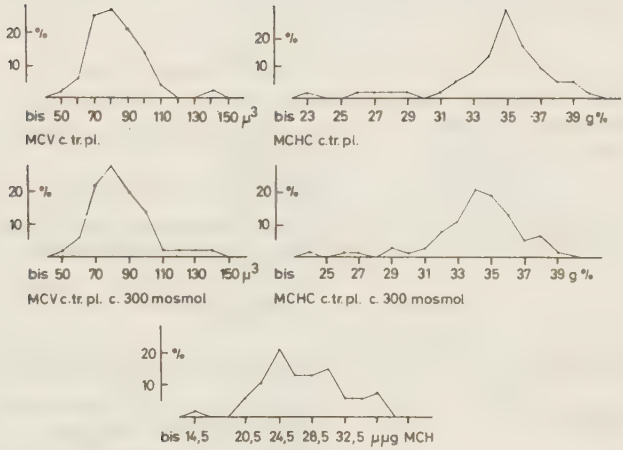

Abb. 11 Häufigkeitsverteilungen der Erythrocytenqualitäten MCV, MCHC und MCH; Gesamtmaterial
c. tr. pl.: korrigiert für "trapped plasma"
c. 300 mosmol: korrigiert für 300 mosmol

VIII. Literaturverzeichnis

Abbe, E.	zitiert nach Diepgen
Begemann, H. und Harwerth, H.-G.	Praktische Hämatologie, 5. Aufl. Stuttgart: Thieme 1971
Brotrück, I.	Hämatologische und elektrophoretische Untersuchungen an urämischen Hunden Vet.-med. Diss. Berlin FU 1963
Bürker, K.	zitiert nach Schulten
Diepgen, P.	Geschichte der Medizin Band II, 2. Hälfte, 2. Aufl. Berlin: De Gruyter u. Co. 1965
Drastich, L.	Zur Stellung des heutigen Klinikers zu dem Begriff des Färbeindexes Z. Inn. Med. 11. 1956, 909
Eastham, R. D.	Klinische Hämatologie 2. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1968 Übers. d. engl. Orig.-Ausg.: Clinical Hematology, Bristol 1966
Gower, W. R.	zitiert nach Diepgen
Hedin, S. G.	Über die Brauchbarkeit der Centrifugalkraft für quantitative Blutuntersuchungen Pflügers Arch. Physiol. 60. 1895, 360
Henning, N.	Klinische Laboratoriumsdiagnostik 3. Aufl. München, Berlin, Wien: Urban u. Schwarzenberg 1966
Hoppe-Seyler, F.	zitiert nach Diepgen

Müller, F. und Seifert, O.	Taschenbuch der medizinisch-klinischen Diagnostik Hrsg. v. H. Frhr. von Kress 68. Aufl. München: Bergmann 1962
Niepage, H.	Hämatokrit- und Hämoglobinwert beim Hund in ihrer Beziehung zueinander Vortrag auf der Tagung der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft über Krankheiten der Kleintiere am 15. u. 18. Oktober 1965 in Bern.
Sahli, H.	zitiert nach Diepgen
v. Schaewen, H.	Normwerte hämatologischer Merkmale beim Hund Vet.-med. Diss. Berlin FU 1969
Schalm, O. W.	Veterinary Hematology 2. Ed. Philadelphia: Lea & Febiger 1967
Schilling, V.	Das Blutbild und seine klinische Verwertung 5. und 6. Aufl. Jena: G. Fischer 1926
Schulten, H.	Lehrbuch der klinischen Hämatologie 4. Aufl. Stuttgart: Thieme 1948
Schulz, R.	Über die Hämoglobinkonzentration der Erythrocyten beim Hund Vet.-med. Diss. Berlin FU 1965
Vierordt, K.	Die quantitative, mikroskopische Analyse des Blutes Arch. physiol. Heilk. 11. 1852, 26
Wintrobe, M. M.	A simple and accurate hematocrit J. Lab. Clin. Med. 15. 1930, 287

Wintrobe, M. M. The size and hemoglobin content of the erythrocyte
J. Lab. Clin. Med.
17. 1932, 899

Wintrobe, M. M. Clinical Hematology
5. Ed.
Philadelphia: Lea & Febiger
1962

Zu besonderem Dank bin ich Herrn Prof. Dr. H. Niepage für die Überlassung des Themas und die mir jederzeit gewährte Unterstützung verpflichtet.
Ebenfalls danke ich den Mitarbeitern der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere für die Bereitstellung des Materials.

L e b e n s l a u f

Am 21. August 1941 wurde ich, Gisela Franke, geb. Herzogenrath, als Tochter des Dipl.-Ing. Heinrich Herzogenrath und seiner Ehefrau Hildegard, geb. Krull in Berlin-Wilmersdorf geboren.
Von 1947 bis 1950 besuchte ich Grundschulen in Berlin-Heiligensee, Lübeck und Rendsburg, anschließend bis 1953 das Herdergymnasium in Rendsburg. Bis 1958 besuchte ich das Ratsgymnasium in Hannover und wechselte nach einem halben Jahr Englandaufenthalt auf die Sophienschule über. Dort bestand ich im Februar 1962 die Reifeprüfung. Im selben Jahr wurde ich an der Tierärztlichen Hochschule Hannover immatrikuliert und setzte nach 2 Semestern mein Studium an der Veterinärmedizinischen Fakultät der Freien Universität fort. Hier bestand ich im Oktober 1964 die tierärztliche Vorprüfung und im November 1967 die tierärztliche Prüfung. Meine Praktikantenzeit absolvierte ich an der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere der Freien Universität Berlin.
Am 16. Juli 1968 wurde mir die Approbation als Tierarzt erteilt. Seit November 1968 bin ich in meiner eigenen Praxis in Berlin-Reinickendorf tätig.

Druck : W. Hilke K.G. 1 Berlin 30 Motzstr. 64